

補助事業番号 2020M-188

補助事業名 2020年度 人間と協調する次世代モビリティアシストシステムの研究開発
補助事業

補助事業者名 中央大学理工学部 橋本秀紀

1 研究の概要

本研究では、少子高齢化での労働力不足を念頭に、機械が人間と協調して人間の労力を低減し効率を高めるための移動支援(モビリティアシスト)技術を研究開発するものである。曲がりくねった道、細い道、坂道、段差、階段といった日常環境を対象とし、買い物や荷物搬送を容易にする技術が求められている。本研究では、最も難度の高い階段昇降を対象として、倒立2輪型ビークルをベースに、自律階段昇降、人間と協調した階段昇降、を実現する移動ロボットを試作開発し、荷物搬送における支援技術を研究開発した。

2 研究の目的と背景

日本における少子高齢化に伴う労働人口の減少は緊急の課題となっており、様々な施策や研究開発プロジェクトが進められている。その流れの中で、人間の労働を代替するロボットに期待は集まるが、現時点では生産現場のような整えられた環境での塗装、組み立て、搬送などに限られており、私たちの日常世界での適用にはまだ距離がある。特に、日常生活における日々の買い物や宅配業者による荷物搬送などでは、人の生活する空間が対象となるためにその困難さは生産現場の比ではない。曲がりくねった道、細い道、坂道、段差、階段といった不定形な環境が対象となり、問題を一層難しくしている。この私たちのごく目にしている風景において、買い物や荷物搬送を容易にする技術が求められているのである。

本研究では、人間にとって代わるロボット技術を目指すのではなく、人間と協調して搬送などを支援(アシスト)する技術の開発をより重要なものとして位置づけ目指すものである。日常世界で、複雑な経路、段差や階段に適切に対応する人間の知的能力を活用し、日々の買い物や荷物搬送にかかる人間の労力を著しく低減する支援技術の開発を目指すものである。これらの技術は、今の日常世界に自然に入り込み人間と協調し人間の行う作業を適切に支援し、私たちの日常世界を人間にとって次第に住みやすくするように再構築するのである。人間にとって代わるロボット(自動機械)自身の巨額な研究開発やロボットのための環境構築(道の整備、エネルギースタンドの整備など)といった大きな投資を行わずに、今の環境の下で確実に世界を再構築することが可能となる。

3 研究内容 (参考URL http://c-faculty.chuo-u.ac.jp/~hideki/?page_id=644)

本研究では、日常生活の荷物搬送において、カートなどが最も苦手としている階段に注目する。カートを自律・自動化して人間の作業を軽減することは現状でも行われているが、階段に対しては特殊なメカニズムなどの大掛かりな仕掛けが必要となり実用的な対応は行われていない。本研究

では、その場旋回可能で運動性能の高い倒立2輪型の移動ロボット(カート)をベースとして階段昇降の研究開発を次の3つのステージで行った。

(1) クローラタイプでの自律走行及び階段昇降の基礎的検討

平坦な場では倒立2輪走行を行い、階段昇降時にはクローラを活用する移動ロボットの開発をおこなった。図1に開発した移動ロボットと動作の様子を示す。ここでは、人間と協調する移動ロボットのための基礎的な検討を行った。

(2) 2輪から4輪へ変形し階段昇降を行う移動ロボットの開発

平坦な場では倒立2輪走行を行い、階段昇降時には4輪に変形し自律及び人間と協調する移動ロボットの開発を行い、人間との協調する機能を導入する検討を行った。図2に開発した移動ロボットを示す。15kgの荷物を搬送することができ、階段昇降時には自律モードと人間と協調するモードを実装した。

(3) 人間と協調する次世代モビリティアシストの開発

上記(1)(2)の移動ロボット技術をベースに、より人間と協調する支援技術を開発した。開発した移動ロボットの階段昇降の様子を図3に示す。階段昇降時における人間の動きを計測し、動きに合わせて積極的に支援する制御系を構築し、階段昇降時における人間の力を軽減することができ、日常生活における荷物搬送及び歩行支援に対する新しい方向を示すことができた。

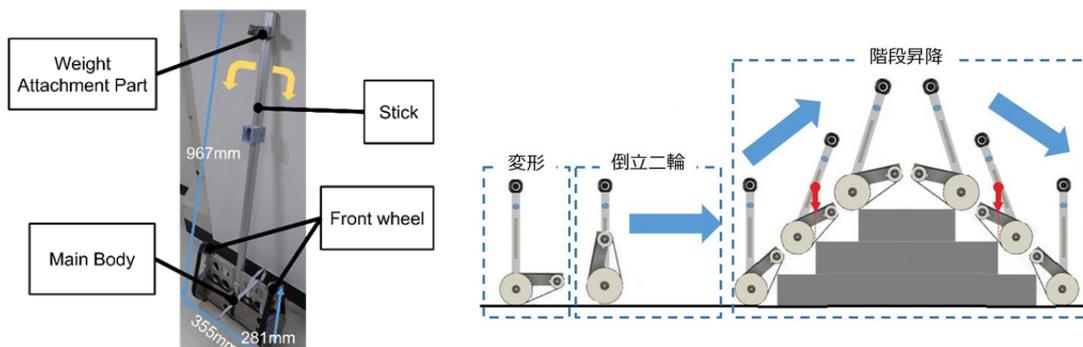


図1 クローラタイプ移動ロボットによる階段昇降



図2 変形する移動ロボット



図3 人と協調する階段昇降移動ロボット

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

階段昇降は大きな問題である。日々の買い物、宅配業者の荷物搬送において最後の1マイルと言われている問題である。本研究では、自律階段昇降及び人間と協調した階段昇降を検討した。自律階段昇降は、動作速度は速くないが適切な大きさの移動ロボットを作ればかなり重いものも搬送できる。引越しなどへの適用が考えられる。一方、人間と協調した階段走行は、現在の荷物搬送カートサイズであり、人間が引いて昇降するので動作速度は実用レベルまで高速化できる。また、人間の知的能力を活用することで、様々な場での活用が期待でき、宅配業界などでの仕様が考えられる。また、人間との協調がかなりシンプルな機構及び低コストで実現できるので、ユーザによって現実世界での数多くの適用が生み出されるものと期待できる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

ここ数年倒立2輪型の移動ロボットの開発を行ってきた。その中で狭い道での走行など実世界での問題を取り上げてきたが、本研究の問題設定となった階段に関しては未着手であった。問題の重要性は認識していたが、自律走行を前提としていたため、メカニズムが大掛かりになり大学での研究は困難であると判断していた。しかし、今回の研究申請にあたり、人間と協調した支援(アシスト)という方向性に考えが至ったことにより、大掛かりなメカニズムを要せず、人間の知的能力を積極的に活用することで、現在の倒立2輪型移動ロボットをベースに階段昇降が可能となる方向性を示せた。この方向は、現在の学習研究の成果を「人間との協調」に取り込む良い対象を示すことができたと考える。今後多くの研究者がより良い階段昇降の研究に参入すると思われる。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- Hironori Matsubara, Yuki Nagatsu, Hideki Hashimoto, "A Two-Wheeled Type Vehicle to Carry Luggage in Cooperation with Human," IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM), 2020-7, USA.
- Kazutaka Murakoshi, Hironori Matsubara, Yuki Nagatsu, Hideki Hashimoto, "Lateral Movement Method of Inverted Two-wheeled Vehicles for Narrow Roads Using Pivot Turn," IEEJ Journal of Industry Application (Vol.10) DOI 10.1541/ieejia.20004797, No.3 pp.184-191, 2021.
- Hironori Matsubara, Fumiya Itagaki, Yuki Nagatsu and Hideki Hashimoto, "Human Cooperation Control of Two-Wheeled Robot for Stairs Riding Up", The IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM2021), 2021-7, Netherlands(online)

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

図1から3のビークル

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

特になし。

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 中央大学 理工学部 電気電子情報通信工学科 橋本研究室

(チュウオウダイガク リコウガクブ デンキデンシジョウホウツウシンコウガッカ
ハシモトケンキュウシツ)

住 所: 〒112-8551

東京都文京区春日1-13-27

担 当 者: 教授 橋本秀紀(ハシモト ヒデキ)

E - m a i l: hashimoto@elect.chuo-u.ac.jp

U R L: <http://www.elect.chuo-u.ac.jp/hlab/>